

رسالة محمد



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مکانیک

طراحی و بهینه‌سازی ساختار مجراهای خنک‌کن در قطعات الکترونیکی با استفاده از تئوری ساختاری

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک تبدیل انرژی

دلیر منبری

استاد راهنما

دکتر محمد رضا سلیم‌پور

بهار ۱۳۹۰



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مکانیک

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی مکانیک (تبدیل انرژی)

آقای دلیر منبری

تحت عنوان

**طراحی و بهینه‌سازی ساختار مجراهای خنک‌کن در قطعات الکترونیکی با استفاده از
تئوری ساختاری**

در تاریخ ۹۰/۱/۲۱ توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه دکتر محمد رضا سلیم‌پور

۲- استاد مشاور پایان‌نامه دکتر علی اکبر عالم‌رجبی

۳- استاد داور دکتر احمد صابونچی

۴- استاد داور دکتر محمود اشرفی زاده

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده دکتر سعید ضیایی

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

پاس مخصوص خداوندی است که تختین موجود است و پیش از او چیزی نبوده است، و آخرین موجود است و بعد او چیزی نیست. دیده‌ی بینندگان، از مشاهده‌ی او ناتوان است و اندیشه‌ی کویندگان، از وصف او عاجز.

از دو استاد بزرگ زندگی، پدر و مادر عزیزم که همواره حامیان من و امید بخش زندگی ام بوده‌اند پاس گذاری می‌کنم و با تمام وجود بر دستان پرمهرشان بوسه می‌زنم. از برادر و خواهران دلسوز و مهربانم که همواره با محبت ایشان راه‌گشایم بوده و با کمک‌های بی‌دریغشان مرارین منت خویش ساختند، پاسگذارم. از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر محمد رضا سلیم پور که راه‌نمایی‌های ارزشمند ایشان نوید بخش انجام این تحقیق بوده و همواره مرا از کجمنده‌ی دانش خود بهر مند نموده‌اند نهایت تقدیر و تشکر را دارم.

همچنین بر خود ازم می‌دانم تا زحمات و راه‌نمایی‌های ارزنده و گرانبهای استاد محترم جناب آقای دکتر علی اکبر عالم رجبی کمال تشکر و قدر دانی را داشته باشم.

از جناب آقای دکتر احم صابونچی که زحمت داور و بازخوانی این پایان‌نامه را قبل فرمودند نهایت تشکر را دارم.

از جناب آقای دکتر محمود اشرفی زاده که با قبول زحمت، داور و بازخوانی این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند، پاسگذارم.

از یاران صادق و دوستان عزیزم، به ویژه آقایان اقبال قادری، محفوظ رستم زاده، سینا صدیقی و شایسته‌ی منبری، که بدون درکنار آنها تکل بسیاری از دشواری‌ها را برای من آسان نمود، نهایت تشکر را دارم.

در پایان از تمام بچه‌های ورودی ۸۷- مکانیک، که در طی این دوره مراد جمع صمیمی خودشان راه دادند صمیمانه تشکر می‌کنم.

دلیر منبری

بهار ۱۳۹۰

تقدیم بہ:

پدرم

اسطورهی صبر و استقامت و شکیبایی، کہ فرزانہ زیستن را بہ من آموخت

و

مادرم

الہی عشق و ایمان و مہربانی، کہ وجوش مصداق صداقت و پاکست

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
هشت	فهرست مطالب
یازده	فهرست اشکال
چهارده	فهرست جداول
شانزده	فهرست علائم
۲	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱ مقدمه
۳	۲-۱ قانون ساختاری و ترمودینامیک
۴	۳-۱ پیکربندی‌های جریان در اجسام بیجان
۴	۱-۳-۱ جریانهای چرخشی جو و آب و هوا
۶	۴-۱ پیکربندیهای جریان در جانداران
۶	۱-۴-۱ پرواز کردن
۷	۵-۱ ترمودینامیک سیستمهای غیر تعادلی با پیکربندی
۷	۱-۵-۱ خصوصیات
۸	۲-۵-۱ بقا با افزایش کارایی
۹	۳-۵-۱ بقا با افزایش ظرافت (فشردگی)
۹	۴-۵-۱ بقا با افزایش قلمرو جریان
۱۰	۶-۱ ایجاد انشعاب برای هدایت گرما
۱۰	۱-۶-۱ معماریهای جریان چندمنظوره
۱۲	۲-۶-۱ ایجاد فضاهای جدید برای لایه‌مرزی
۱۴	۳-۶-۱ ایجاد انشعاب برای جریان سیال

۷-۱	مروی بر کارهای گذشته	۱۴
۸-۱	معرفی پژوهش حاضر	۱۶
فصل دوم: معادلات حاکم		
۱-۲	مقدمه	۱۷
۲-۲	طراحی ساختارهای درختی کانالها در یک قطعه‌ی الکترونیکی حلقوی	۱۸
۳-۲	بهینه کردن پارامترهای هندسی شبکه‌بندی درختی جهت مینیم کردن مقاومت افت فشار	۱۸
۱-۳-۲	بررسی حالت شعاعی	۱۹
۲-۳-۲	تحلیل ساختاردرختی با یک انشعاب	۱۹
۳-۳-۲	افزایش پیچیدگی در ساختار دندریتی شعاعی	۲۳
۴-۳-۲	انشعابات نزدیک محیط	۲۳
۵-۳-۲	دو انشعاب یا بیشتر از دو انشعاب	۲۵
۴-۲	بهینه سازی مقاومت جریان بر اساس مینیم کردن طول کانالها در یک دیسک حلقوی	۲۷
۵-۲	بهینه سازی بر اساس زاویه‌ی بهینه	۳۰
۶-۲	بهینه کردن پارامترهای هندسی شبکه‌بندی درختی جهت مینیم کردن مقاومت حرارتی	۳۰
۱-۶-۲	بررسی حالت شعاعی جهت مینیم کردن مقاومت حرارتی	۳۰
۲-۶-۲	بررسی و تحلیل ساختاردرختی با یک انشعاب جهت مینیم کردن مقاومت حرارتی	۳۲
فصل سوم: نتایج حاصل از مینیم کردن مقاومت جریان		
۱-۳	مقدمه	۳۴
۲-۳	نتایج هندسی اپتیمم شده ساختار درختی جهت مینیم کردن مقاومت جریان	۳۴
۱-۲-۳	ساختار درختی یک انشعابی	۳۵
۲-۲-۳	ساختار درختی دو انشعابی	۳۸
۳-۳	نتایج هندسی اپتیمم شده ساختار درختی جهت مینیم کردن مقاومت حرارتی	۴۱
۱-۳-۳	بررسی ساختار درختی یک انشعابی	۴۱

۴-۳	اعتبار سنجی نتایج پژوهش حاضر	۴۶
فصل چهارم: نتایج مربوط به مینیمم سازی مقاومت حرارتی		
۴-۴	مقدمه	۴۷
۴-۱-۴	تولید شبکه	۴۷
۴-۲-۴	شرایط مرزی	۴۸
۴-۳-۴	بررسی استقلال شبکه	۴۸
۴-۴	نتایج حل عددی و تحلیلی مقاومت حرارتی بر اساس مینیمم کردن مقاومت جریان	۴۹
۴-۲-۴	۱- بررسی مقاومت حرارتی ساختار درختی شعاعی، بر اساس مینیمم کردن مقاومت جریان	۴۹
۴-۲-۴	۲- بررسی مقاومت حرارتی ساختار درختی شعاعی، بر اساس مینیمم کردن مقاومت حرارتی	۶۳
۴-۲-۴	۳- مقایسه‌ی نتایج حل عددی و حل تحلیلی مقاومت حرارتی	۶۶
فصل پنجم: نتیجه گیری کلی		
۷۴	نتیجه گیری	۷۴
۷۵	پیشنهادات	۷۵
۷۷	منابع و مراجع	۷۷
۸۰	پیوست الف	۸۰

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱: معماری دندریتی درختی برگرفته شده از قانون ساختاری [۶].....
۵	شکل ۲-۱: مدل زمین (سفینه‌ی فضایی) با مناطق استوایی (جمع‌کننده گرما) (A_H) و مناطق قطبی (A_L) [۷ و ۸].....
۶	شکل ۳-۱: اتلاف توزیع شده غذا یا آگزرژی سوخت در مدت پرواز [۶].....
۷	شکل ۴-۱: تغییرات کارایی با درجه آزادی برای تغییر پیکربندی، در اندازه خارجی کلی ثابت [۹ و ۱۰].....
۸	شکل ۵-۱: ناحیه کارایی نسبت به درجه آزادی در جریانهایی که مرکز را به N نقطه متساوی الفاصله روی محیط دایره متصل میکند [۶].....
۹	شکل ۶-۱: تغییرات کارایی با درجه آزادی برای تغییر پیکربندی، در اندازه داخلی کلی ثابت [۹ و ۱۰].....
۱۱	شکل ۷-۱: تکامل معماری جریان سیستم نسبت به روند تغییرات مقاومت حرارتی و مقاومت جریان [۶].....
۱۲	شکل ۸-۱: ساختار دندریتی مبدل حرارتی با جریان مختلف جهت [۱۵].....
۱۳	شکل ۹-۱: ساختار بهینه‌ی صفحات موازی در جریان جابجایی اجباری [۶].....
۱۴	شکل ۱۰-۱: ساختار چند مقیاسه‌ی صفحات موازی [۱۸].....
۱۹	شکل ۱-۲: ویژگیهای ساختاری شبکه‌بندی درختی جریان.....
۲۰	شکل ۲-۲: ساختار شبکه‌بندی درختی با یک انشعاب.....
۲۳	شکل ۳-۲: المان سطحی نزدیک محیط زمانیکه $R \gg d$
۲۶	شکل ۴-۲: ساختار بهینه شده برای دو انشعاب با $n_0 = 4$
۲۸	شکل ۵-۲: المان مستطیلی ناشی از فصل مشترک خطوط شعاعی و دوائر متحد المركز ساختار درختی بهینه شده بر اساس طول مینیمم [۳۳].....
۳۰	شکل ۶-۲: ساختار درختی میان مرکز و محیط (a) بر پایه‌ی بهینه‌سازی خصوصیات هندسی (b) بر اساس مینیمم کردن طول کانالها [۳۳].....
۳۱	شکل ۷-۲: ساختار شعاعی مسیره‌های جریان.....
۳۳	شکل ۸-۲: ساختار یک انشعابی مسیره‌های جریان.....
۴۴	شکل ۱-۳: روند تغییر مقاومت جریان در ساختار درختی یک انشعابی با افزایش تعداد کانالها روی محیط خارجی دیسک کامل برای دو حالت: (۱) مینیمم کردن مقاومت جریان. (۲) مینیمم کردن مقاومت حرارتی.....
۴۵	شکل ۲-۳: مقایسه‌ی روند تغییرات مقاومت جریان بدست آمده بر اساس مینیمم کردن افت فشار در مقابل افزایش تعداد کانالها روی محیط خارجی دیسک حلقوی، در ساختارهای شعاعی، یک انشعابی و بالاتر، به ازای شعاع داخلی بی‌بعد برابر با $0/2$
۴۸	شکل ۱-۴: شبکه بندی سطح دیسک.....
۵۰	شکل ۲-۴: مقایسه‌ی اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد نسبت به نرخ دبی بی‌بعد شده، در ساختار درختی شعاعی به ازای شعاع داخلی بی‌بعد $0/2$ و n_0 های مختلف.....

- شکل ۳-۴: مقایسه‌ی اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد نسبت به نرخ دبی بی‌بعد شده، در ساختار درختی یک انشعابی به ازای شعاع داخلی بی‌بعد $0/2$ و n_0 های مختلف ۵۰
- شکل ۴-۴: مقایسه‌ی اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد نسبت به نرخ دبی بی‌بعد شده، در ساختار درختی دو انشعابی به ازای شعاع داخلی بی‌بعد $0/2$ و n_0 های مختلف ۵۱
- شکل ۵-۴: مقایسه‌ی اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد نسبت به نرخ دبی بی‌بعد شده، در ساختار درختی شعاعی به ازای شعاع‌های داخلی بی‌بعد $0/0, 0/1, 0/2$ و $0/3$ با $n_0 = 6$ ۵۲
- شکل ۶-۴: مقایسه‌ی اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد نسبت به نرخ دبی بی‌بعد شده، در ساختار درختی یک انشعابی به ازای شعاع‌های داخلی بی‌بعد $0/0, 0/1, 0/2$ و $0/3$ با $n_0 = 6$ ۵۲
- شکل ۷-۴: مقایسه‌ی اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد نسبت به نرخ دبی بی‌بعد شده، در ساختار درختی دو انشعابی به ازای شعاع‌های داخلی بی‌بعد $0/0, 0/1, 0/2$ و $0/3$ با $n_0 = 6$ ۵۳
- شکل ۸-۴: کانتور اختلاف دمای بی‌بعد، به ازای $n_0 = 3$ ، $\hat{r}_0 = 0.1$ و $M = 1$ برای ساختار درختی یک انشعابی ۵۴
- شکل ۹-۴: کانتور اختلاف دمای بی‌بعد، به ازای $n_0 = 3$ ، $\hat{r}_0 = 0.1$ و $M = 10$ برای ساختار درختی یک انشعابی ۵۵
- شکل ۱۰-۴: کانتور اختلاف دمای بی‌بعد، به ازای $n_0 = 3$ ، $\hat{r}_0 = 0.1$ و $M = 100$ برای ساختار درختی یک انشعابی ۵۵
- شکل ۱۱-۴: مقایسه‌ی ساختارهای شعاعی، یک انشعابی و دو انشعابی از لحاظ اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد حاصل از دو روش تحلیلی و عددی، نسبت به نرخ دبی بی‌بعد شده، برای حالت $\hat{r}_0 = 0.2$ و $n_0 = 3$ ۵۶
- شکل ۱۲-۴: مقایسه‌ی ساختارهای شعاعی، یک انشعابی و دو انشعابی از لحاظ اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد حاصل از دو روش تحلیلی و عددی، نسبت به نرخ دبی بی‌بعد شده، برای حالت $\hat{r}_0 = 0.2$ و $n_0 = 6$ ۵۷
- شکل ۱۳-۴: مقایسه‌ی ساختارهای شعاعی، یک انشعابی و دو انشعابی از لحاظ اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد حاصل از دو روش تحلیلی و عددی، نسبت به نرخ دبی بی‌بعد شده، برای حالت $\hat{r}_0 = 0.2$ و $n_0 = 12$ ۵۷
- شکل ۱۴-۴: مقایسه‌ی روند تغییرات اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد بدست آمده از دو روش تحلیلی و عددی نسبت به تغییرات نرخ توان پمپاژ بی‌بعد، در ساختار درختی شعاعی به ازای شعاع داخلی بی‌بعد $0/2$ و n_0 های مختلف ۵۹
- شکل ۱۵-۴: مقایسه‌ی روند تغییرات اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد بدست آمده از دو روش تحلیلی و عددی نسبت به تغییرات نرخ توان پمپاژ بی‌بعد، در ساختار درختی یک انشعابی به ازای شعاع‌های داخلی بی‌بعد $0/2$ و n_0 های مختلف ۵۹
- شکل ۱۶-۴: مقایسه‌ی روند تغییرات اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد بدست آمده از دو روش تحلیلی و عددی نسبت به تغییرات نرخ توان پمپاژ بی‌بعد، در ساختار درختی دو انشعابی به ازای شعاع داخلی بی‌بعد $0/2$ و n_0 های مختلف ۶۰
- شکل ۱۷-۴: مقایسه‌ی روند تغییرات اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد بدست آمده از دو روش تحلیلی و عددی نسبت به تغییرات نرخ توان پمپاژ بی‌بعد، در ساختار درختی شعاعی به ازای $n_0 = 6$ و \hat{r}_0 های مختلف ۶۱
- شکل ۱۸-۴: مقایسه‌ی روند تغییرات اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد بدست آمده از دو روش تحلیلی و عددی نسبت به تغییرات نرخ توان پمپاژ بی‌بعد، در ساختار درختی یک انشعابی به ازای $n_0 = 6$ و \hat{r}_0 های مختلف ۶۲
- شکل ۱۹-۴: مقایسه‌ی روند تغییرات اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد بدست آمده از دو روش تحلیلی و عددی نسبت به تغییرات نرخ توان پمپاژ بی‌بعد، در ساختار درختی دو انشعابی به ازای $n_0 = 6$ و \hat{r}_0 های مختلف ۶۲

- شکل ۴-۲۰: مقایسه‌ی اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد نسبت به نرخ دبی بی‌بعد شده، در ساختار درختی یک انشعابی به ازای شعاع داخلی بی‌بعد 0.2 و n_0 های مختلف ۶۳
- شکل ۴-۲۱: مقایسه‌ی اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد نسبت به نرخ دبی بی‌بعد شده، در ساختار درختی یک انشعابی به ازای شعاع‌های داخلی بی‌بعد 0.0 ، 0.1 ، 0.2 و 0.3 با $n_0 = 6$ ۶۴
- شکل ۴-۲۲: تغییرات اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد بدست آمده از دو روش تحلیلی و عددی نسبت به تغییرات نرخ توان پمپاژ بی‌بعد، در ساختار درختی یک انشعابی به ازای شعاع داخلی بی‌بعد 0.2 و n_0 های مختلف ۶۵
- شکل ۴-۲۳: تغییرات اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد بدست آمده از دو روش تحلیلی و عددی نسبت به تغییرات نرخ توان پمپاژ بی‌بعد، در ساختار درختی یک انشعابی به ازای $n_0 = 6$ و \hat{r}_0 های مختلف ۶۵
- شکل ۴-۲۴: مقایسه‌ی اختلاف دمای بی‌بعد با دبی بی‌بعد سیال از دو روش تحلیلی و عددی برای ساختارهای شعاعی، یک انشعابی و دو انشعابی، به ازای $\hat{r}_0 = 0.2$ و $n_0 = 3$ ۶۶
- شکل ۴-۲۵: مقایسه‌ی اختلاف دمای بی‌بعد با دبی بی‌بعد سیال از دو روش تحلیلی و عددی برای ساختارهای شعاعی، یک انشعابی و دو انشعابی، به ازای $\hat{r}_0 = 0.2$ و $n_0 = 6$ ۶۷
- شکل ۴-۲۶: مقایسه‌ی اختلاف دمای بی‌بعد با دبی بی‌بعد سیال از دو روش تحلیلی و عددی برای ساختارهای شعاعی، یک انشعابی و دو انشعابی، به ازای $\hat{r}_0 = 0.2$ و $n_0 = 12$ ۶۷
- شکل ۴-۲۷: مقایسه‌ی تغییرات اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد با توان پمپاژ حاصل از دو روش تحلیلی و عددی برای ساختارهای شعاعی، یک انشعابی و دو انشعابی، به ازای $\hat{r}_0 = 0.2$ و $n_0 = 3$ ۶۹
- شکل ۴-۲۸: مقایسه‌ی تغییرات اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد با توان پمپاژ حاصل از دو روش تحلیلی و عددی برای ساختارهای شعاعی، یک انشعابی و دو انشعابی، به ازای $\hat{r}_0 = 0.2$ و $n_0 = 6$ ۶۹
- شکل ۴-۲۹: مقایسه‌ی تغییرات اختلاف دمای ماکزیمم بی‌بعد با توان پمپاژ حاصل از دو روش تحلیلی و عددی برای ساختارهای شعاعی، یک انشعابی و دو انشعابی، به ازای $\hat{r}_0 = 0.2$ و $n_0 = 12$ ۷۰
- شکل ۴-۳۰: تغییرات افت فشار بی‌بعد نسبت به افزایش تعداد کانال روی محیط برای ساختارهای شعاعی ۷۱
- شکل ۴-۳۱: تغییرات افت فشار بی‌بعد نسبت به افزایش تعداد کانال روی محیط برای ساختارهای درختی یک انشعابی بهینه شده بر اساس مینیمم کردن مقاومت جریان ۷۱
- شکل ۴-۳۲: تغییرات افت فشار بی‌بعد نسبت به افزایش تعداد کانال روی محیط برای ساختارهای درختی یک انشعابی بهینه شده بر اساس مینیمم کردن مقاومت حرارتی ۷۲
- شکل ۴-۳۳: تغییرات افت فشار بی‌بعد نسبت به افزایش تعداد کانال روی محیط برای ساختارهای درختی دو انشعابی بهینه شده بر اساس مینیمم کردن مقاومت جریان ۷۲
- شکل ۴-۳۴: مقایسه‌ی تغییرات افت فشار بی‌بعد نسبت به افزایش تعداد کانال روی محیط برای ساختارهای شعاعی، یک انشعابی و دو انشعابی، به ازای شعاع داخلی بی‌بعد 0.2 ۷۳

فهرست جداول

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
جدول ۱-۱: چگونگی تعادل جریان با مقاومت بالادر مقابل جریان با مقاومت پایین، در تنوع وسیعی از سیستم های جریان [۶].....	۱۰
جدول ۱-۳: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار یک انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.0$ و n_0 های مختلف.....	۳۶
جدول ۲-۳: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار یک انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.1$ و n_0 های مختلف.....	۳۶
جدول ۳-۳: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار یک انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.2$ و n_0 های مختلف.....	۳۷
جدول ۴-۳: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار یک انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.3$ و n_0 های مختلف.....	۳۷
جدول ۵-۳: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار دو انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.0$ و n_0 های مختلف.....	۳۹
جدول ۶-۳: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار دو انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.1$ و n_0 های مختلف.....	۳۹
جدول ۷-۳: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار دو انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.2$ و n_0 های مختلف.....	۴۰
جدول ۸-۳: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار دو انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.3$ و n_0 های مختلف.....	۴۰
جدول ۹-۳: مقادیر معیار افت فشار (f) و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار یک انشعابی در راستای مینیمم کردن مقاومت حرارتی به ازای $\hat{r}_0 = 0.0$ و n_0 های مختلف.....	۴۲
جدول ۱۰-۳: مقادیر معیار افت فشار (f) و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار یک انشعابی در راستای مینیمم کردن مقاومت حرارتی به ازای $\hat{r}_0 = 0.1$ و n_0 های مختلف.....	۴۲
جدول ۱۱-۳: مقادیر معیار افت فشار (f) افت فشار و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار یک انشعابی در راستای مینیمم کردن مقاومت حرارتی به ازای $\hat{r}_0 = 0.2$ و n_0 های مختلف.....	۴۳
جدول ۱۲-۳: مقادیر معیار افت فشار (f) و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار یک انشعابی در راستای مینیمم کردن مقاومت حرارتی به ازای $\hat{r}_0 = 0.3$ و n_0 های مختلف.....	۴۳
جدول ۱۳-۳: مقایسه ی مقادیر افت فشار و نتایج هندسی بدست آمده در این پژوهش و مرجع [۲۳]، برای ساختار درختی پنج انشعابی جهت مینیمم کردن مقاومت جریان.....	۴۶
جدول ۱-۴: مقایسه ی اختلاف دمای ماکزیمم بی بعد شده، حاصل از شبکه های مختلف برای ساختار درختی یک انشعابی به ازای $n_0 = 6$	۴۹
جدول الف-۱: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار سه انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.0$ و n_0 های مختلف.....	۸۰
جدول الف-۲: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار سه انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.1$ و n_0 های مختلف.....	۸۱
جدول الف-۳: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار سه انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.2$ و n_0 های مختلف.....	۸۱
جدول الف-۴: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار سه انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.3$ و n_0 های مختلف.....	۸۲

- جدول الف-۵: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار چهار انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.0$ و n_0 های مختلف..... ۸۳
- جدول الف-۶: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار چهار انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.1$ و n_0 های مختلف..... ۸۴
- جدول الف-۷: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار چهار انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.2$ و n_0 های مختلف..... ۸۵
- جدول الف-۸: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار سه انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.3$ و n_0 های مختلف..... ۸۶
- جدول الف-۹: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار پنج انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.0$ و n_0 های مختلف..... ۸۷
- جدول الف-۱۰: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار پنج انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.1$ و n_0 های مختلف..... ۸۸
- جدول الف-۱۱: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار پنج انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.2$ و n_0 های مختلف..... ۸۹
- جدول الف-۱۲: مقادیر افت فشار کمینه و نتایج هندسی اپتیمم شده برای ساختار پنج انشعابی به ازای $\hat{r}_0 = 0.3$ و n_0 های مختلف..... ۹۰

فهرست علائم

<u>عنوان</u>	<u>نماد</u>
مساحت سطح گرم	A_H
مساحت سطح سرد	A_L
مساحت	A
معیار افت فشار محلی	C_i
ظرفیت گرمایی ویژه	c_p
فاصله‌ی بین دو منفذ روی محیط	d, d_0
قطر کانال‌ها	D_i
معیار مقاومت جریان	F
معیار افت فشار	g
معیار افت فشار	h
ارتفاع	H
ضریب افت فشار محلی	k, k_i
ضریب انتقال حرارت هدایتی دیسک	k
ضریب هدایتی سیال	k_f
طول کانال	L, L_i
نرخ دبی جرمی بی‌بعد	M
نرخ دبی جرمی	\dot{m}
نرخ دبی سیال بر واحد سطح	\dot{m}''
تعداد کل کانال‌ها	N
تعداد کانال روی محیط	n_p
تعداد کانال‌های مرکزی	n_0
محیط	p
افت فشار بی‌بعد	\hat{p}
شار حرارتی بر حسب وات	q
شار حرارتی بر واحد سطح	q''
شعاع داخلی حلقه	r
شعاع خارجی حلقه	R
ضخامت	t
دمای سیال ورودی	T_0
دمای ماکزیمم	T_m
دمای خروجی سیال	T_f
دمای دیواره‌ی کانال	T_w
دمای سطح گرم	T_H
دمای سطح سرد	T_L

دمای ماکزیمم بی بعد	\tilde{T}_m
سرعت سیال	U
حجم	V
عرض	W
نرخ توان پمپاژ	\dot{W}
نرخ توان پمپاژ بی بعد	\tilde{W}
فاصله‌ی بین انشعابات	x_i
عدد ناسلت	Nu
معیار ظرافت	SV
افت فشار	ΔP
زاویه‌ی بین کانال‌های اصلی	α
زاویه انشعابات	β_i
ضخامت شعاعی	δ
زاویه‌ی بین دو خط شعاعی	θ
دانسیته‌ی سیال	ρ
ویسکوزیته‌ی سینماتیک	ν
متغیر لاگرانژ	\emptyset
معیار درجه آزادی	ξ

چکیده

تئوری ساختاری دیدگاهی است که بیان می‌دارد تولید پیکربندی جریان یک پدیده فیزیکی است که می‌تواند بر مبنای یک اصل فیزیکی استوار باشد. تئوری ساختاری می‌گوید: در یک سیستم جریان با ابعاد محدود برای پایداری و بقا در زمان، پیکربندی آن باید چنان تحول یابد که دسترسی آسانتری را برای جریان‌هایی که در آن جاری هستند، فراهم نماید. تئوری ساختاری جهت بررسی هر سیستم، ساختار فیزیکی و هندسی آن را مورد بررسی قرار می‌دهد. امروزه این تئوری به صورت قانون در آمده است طوری که از قوانین اول و دوم ترمودینامیک کاملاً مجزا می‌باشد. ارتباط میان تئوری ساختاری و قوانین بهینه‌سازی ترمودینامیکی، در به حداقل رساندن انتروپی تولیدی در سیستم می‌باشد. امروزه با بکارگیری تئوری ساختاری، طراحی‌های جدیدی برای قطعات الکترونیکی، پیل سوختی، شبکه‌های درختی برای انتقال انسان‌ها، کالاهای و اطلاعات صورت پذیرفته است. این بررسی یک نمونه‌ی کاربردی کلی و فراگیر در علوم طبیعی، مهندسی و علوم اجتماعی را بیان می‌دارد.

تئوری ساختاری با توجه به نوع کاربرد دارای چیدمان‌ها و شبکه‌بندی‌های مختلفی است. یکی از معروفترین ساختارها، شبکه-بندی درختی بوده که دارای دو نوع Y و T شکل می‌باشد. در این پژوهش از تئوری ساختاری برای بررسی و چگونگی پیکربندی هندسی کانال‌های تعبیه‌شده در داخل یک دیسک در حضور تولید حرارت داخلی جهت خنک‌کاری توسط مکانیزم انتقال حرارت جابجایی استفاده شده است. در این مطالعه خنک‌کاری توسط یک جریان سیال تکفازی که از قسمت داخلی دیسک وارد شده و به سمت محیط هدایت می‌شود، انجام می‌گیرد. تلاش بر این است که ساختار درختی بهینه‌ای جهت خنک‌کاری قطعات الکترونیکی حلقوی با تولید حرارت داخلی، توسط تئوری ساختاری ارائه شود. برای این منظور ساختار حاصله باید بگونه‌ای باشد که برای یک توان پمپاژ مشخص، حداکثر دمایی که در قطعه‌ی موردنظر حاصل می‌شود، مینیمم باشد. در این پژوهش علاوه بر بررسی نحوه انشعاب کانال‌ها و طول آنها، به بررسی ابعاد یک کانال مشخص جهت کاهش توان پمپاژ نیز پرداخته شده است. در ادامه علاوه بر حل تحلیلی که دارای تقریبات قابل قبولی است، مسأله بصورت عددی نیز مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته شرایط بهینه یا نزدیک به بهینه پیشنهاد شده است.

نتایج عددی حاصل از آنالیز حرارتی در مقایسه با نتایج بدست آمده از روش تحلیلی از دقت بالاتری برخوردار هستند. تاثیر شار گرمی جریان بر روی مقاومت کلی جریان ناچیز بوده در حالی که بر روی مقاومت حرارتی بیشترین تاثیر را دارد. افزایش تعداد انشعابات موجب بیشتر شدن مقاومت جریان و کاهش مقدار مقاومت حرارتی شده است. تعداد کانال‌های مرکزی با مقدار مقاومت جریان رابطه‌ی مستقیم و با مقدار مقاومت حرارتی رابطه‌ی عکس دارد. یکی دیگر از عوامل تاثیرگذار بر روی مقاومت جریان، شعاع داخلی دیسک حلقوی بوده طوری که هر چقدر شعاع داخلی حلقه بزرگتر باشد مقدار مقاومت جریان کاهش می‌یابد.

کلمات کلیدی: تئوری ساختاری، ساختار درختی، مقاومت جریان، مقاومت حرارتی، دمای ماکزیمم بی‌بعد، نرخ دبی گرمی

بی‌بعد، نرخ توان پمپاژ.

فصل اول

مقدمه

1-1 مقدمه

از قانون ساختاری برای پیش‌بینی و بیان ساختارهای جریان طبیعی و مهندسی استفاده می‌شود [1]. این تئوری به هندسه و نحوه‌ی چیدمان ساختار سیستم توجه دارد طوری که با بهینه‌سازی هندسه و ساختار، عملکرد و بازدهی سیستم را حداکثر می‌کند. بژان¹ به عنوان اولین نفر در سال 1996 به کاربرد تئوری ساختاری² پی برد. تئوری ساختاری کاربردهای مختلفی در زمینه‌ی مهندسی محیط زیست، فیزیک، سیستم‌های مهندسی، مهندسی عمران، شهرسازی، طرح‌های اجتماعی و اقتصادی دارد. این تئوری را می‌توان در طبیعت و محیط اطراف از جمله در پرندگان، جریان اتمسفر و بافت‌های زنده یافت. یکی از الگوهای ساختاری تئوری ساختاری که در طبیعت و مهندسی کاربرد فراوان دارد، شبکه‌بندی درختی است. این شبکه‌بندی دارای دو نوع پیکربندی³ T شکل و Y شکل است [2]. استفاده از ساختار شبکه‌بندی درختی اولین بار برای خنک کردن قطعات الکترونیکی گزارش شد [3 و 4]. در تئوری ساختاری با ثابت نگه‌داشتن قيود و محدودیت‌هایی که شامل فضا، ماده، اجزاء سیستم، دما، فشار و تنش می‌باشند به بهینه‌سازی هندسه و ساختار برای دستیابی به حداکثر بازده و عملکرد سیستم پرداخته می‌شود. از دیگر کاربردهای این تئوری می‌توان به فرایندهای تجزیه، فرایندهای مربوط به تولید انرژی و ترمودینامیک غیر تعادلی اشاره کرد.

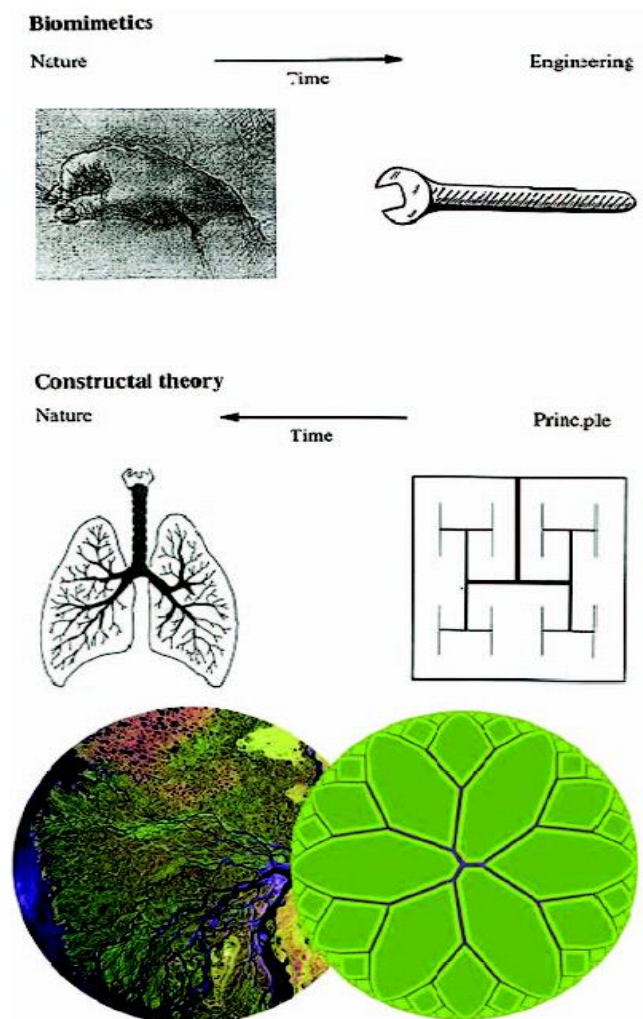
¹ Bejan

² Constructal theory

³ Configuration

2-1 قانون ساختاری و ترمودینامیک

تئوری ساختاری در سال 1996 بعنوان قانون ساختاری تولید پیکربندی جریان، فرمول بندی شد [1 و 5]. قانون ساختاری بیان می‌دارد که برای یک سیستم جریان جهت پایداری و بقا در زمان، سیستم باید چنان رشد و نمو یابد که دسترسی هر چه آسان‌تری را برای جریان‌هایی که در آن جاری می‌باشد را فراهم نماید. پایه و اساس تئوری ساختاری، تولید پیکربندی جریان در طبیعت می‌باشد، (شکل 1-1). امروزه با کمک تئوری ساختاری پیشرفت جدیدی در علم ترمودینامیک تحت عنوان " ترمودینامیک سیستم‌های غیرتعادلی همراه با پیکربندی " ارائه شده است.



شکل 1-1: معماری دندریتی درختی برگرفته شده از قانون ساختاری [6].

برای اینکه ببینیم چرا قانون ساختاری یک قانون ترمودینامیکی (فیزیکی) است، یک سیستم ترمودینامیکی ایزوله را در نظر بگیرید که در ابتدا در حالت عدم تعادل داخلی است. قوانین اول و دوم ترمودینامیک برای مشاهدات دلیل موجه می‌آورند و تمایل پیشرفت واکنش را در زمان توصیف می‌کنند، طوری که اگر زمان کافی بگذرد، سیستم